

**PAT-N : JP02000348665A**

**D CUMENT-IDENTIFIER: JP 2000348665 A**

**TITLE: ION SOURCE FOR TIME-OF-FLIGHT MASS SPECTROMETER  
FOR GAS**

**SAMPLE ANALYSIS**

**PUBN-DATE: December 15, 2000**

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
<b>PIERREJEAN, DIDIER</b>	<b>N/A</b>
<b>GALLAND, BRUNO</b>	<b>N/A</b>

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
<b>ALCATEL</b>	<b>N/A</b>

**APPL-NO: JP2000116162**

**APPL-DATE: April 18, 2000**

**PRIORITY-DATA: 999905088 (April 22, 1999)**

**INT-CL (IPC): H01J049/14, G01N027/62 , H01J037/063 , H01J037/073 ,  
H01J049/40**

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a more compact and more sensitive ion source structure of a mass spectrometer capable of being easily integrated with other component parts of the mass spectrometer.

**SOLUTION:** This ion source of a mass spectrometer includes an electron source 5, at least one electrode 7 to adjust an electron stream and a rear ion gun 1 having at least one micro-channel wafer 9, 10 to generate a pulsary electron beam 12 containing many electrons from a pulsary primary electron beam 8. The pulsary electron beam 12 enters in the gas

ionizing at a rate of 16 ions per second, and is analyzed by an ion detector 4 after passing through a flight tube 3.

**COPYRIGHT: (C)2000, JPO**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-348665

(P2000-348665A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 J 49/14		H 0 1 J 49/14	
G 0 1 N 27/62		G 0 1 N 27/62	G
			K
H 0 1 J 37/063		H 0 1 J 37/063	
37/073		37/073	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L 外国語出願 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2000-116162(P2000-116162)	(71) 出願人	391030332 アルカテル フランス国、75008 パリ、リュ・ラ・ポ エティ 54
(22) 出願日	平成12年4月18日 (2000. 4. 18)	(72) 発明者	デイディエ・ピエールジャン フランス国、74370・ピラ、ルート・デ・ フォンテーヌ・デイソンシユ・467
(31) 優先権主張番号	9 9 0 5 0 8 8	(72) 発明者	ブルーノ・ガラン フランス国、91750・シユパンヌ、リュ・ ドウ・ラ・リベラシヨン・30
(32) 優先日	平成11年4月22日 (1999. 4. 22)	(74) 代理人	100062007 弁理士 川口 義雄 (外3名)
(33) 優先権主張国	フランス (F R)		

(54) 【発明の名称】 ガスサンプル分析用の飛行時間型質量分析計用のイオン源

(57) 【要約】

【課題】 よりコンパクトで、より感度が高く、質量分析計の他の構成部品と容易に一体化できる、質量分析計の新しいイオン源構造を提供する。

【解決手段】 本発明によれば、飛行時間型質量分析計のイオン源は、電子源5と、電子流を調整するための少なくとも1つの電極7、その後パルス1次電子ビーム8からより多くの電子を含むパルス2次電子ビーム12を生成するための、少なくとも1つのマイクロチャネルウエハ9、10を有する電子銃1を含む。2次電子ビーム12は、イオン銃のガスイオン化領域16に入り、そこでイオン流19が発生し、次にフライトチューブ3を通過し、イオン検出器4で分析される。これにより、コンパクトで、感度がよく、一体化が容易な高性能イオン源が提供される。

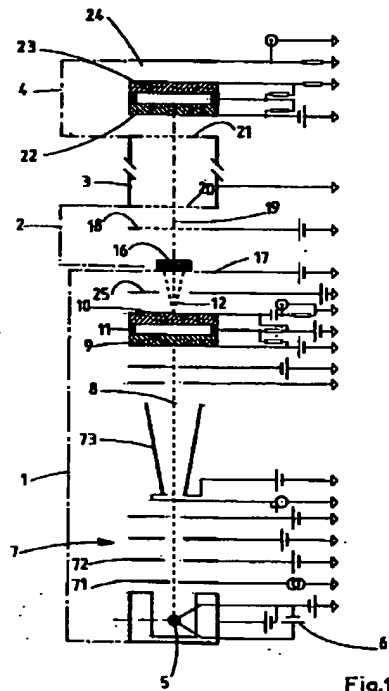


Fig.1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量分析計用のイオン源であって、該イオン源が、電子源(5)と、イオン流を調整するための少なくとも1つの電極(17、18)の作用を受けるイオンが形成されるガスイオン化領域(16)に向けて送られる適切な電子流を生成するように、電子流を調整する少なくとも1つの電極(7)とを有する電子銃(1)を含み、電子流を調整するための電極(7)の下流側の電子流(8)中に、少なくとも1つのマイクロチャネルウエハ(9、10)が配置され、それによって、比較的少数の電子を含むパルス1次電子ビーム(8)から、多数の電子を含むパルス2次電子ビーム(12)が生成されることを特徴とするイオン源。

【請求項2】 マイクロチャネルウエハ(9、10)が占める領域の下流側に、2次電子ビーム(12)の時間特性を保持し空間特性を向上させるために、2次電子ビームを拡散させる追加電極(25)を含むことを特徴とする請求項1に記載のイオン源。

【請求項3】 ガスイオン化領域(16)が、2次電子ビーム(12)を通過させ、イオンを反発することによって電子を保持する上流側の反発電極(17)と、イオンを引き寄せる下流側の加速電極(18)との間にあることを特徴とする請求項1または2に記載のイオン源。

【請求項4】 イオン源が、飛行時間型質量分析計のフライトチューブ(3)の入口と一直線に並んでいることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載のイオン源。

【請求項5】 ガスイオン化領域(16)が、マイクロチャネルウエハ(9、10)に近接していることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載のイオン源。

【請求項6】 電子源(5)が、適切な温度に加熱され熱放出によって電子流を生成するフィラメントであり、1次電子ビーム(8)が偏向電極(73)によってパルス変調されることを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載のイオン源。

【請求項7】 電子源(5)が、パルス変調1次電子ビームを発生するマイクロポイント型電界放出陰極であることを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載のイオン源。

【請求項8】 請求項1から7のいずれか一項に記載のイオン源を含むことを特徴とする飛行時間型質量分析計。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、質量分析計での分析のために、ガスサンプルをイオン化する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】質量分析計は、ガスサンプルを電子流と

衝突させ、こうして得られたイオンに運動を付与し、その軌道または速度に従ってイオンを識別することによって、ガスサンプルを分析する。

【0003】質量分析計の測定感度および分解能を高めるためには、ガスサンプルを強くイオン化することが有益である。

【0004】飛行時間型質量分析計においては、イオン源により生成されたイオンは、フライトチューブの入口に送り出され、そこで一定速度に保持される。イオンの性質は、フライトチューブからの出口で検出される、分析すべきガスサンプルのイオンのそれぞれのタイプに対応する飛行時間から推定される。これには、あらかじめ加速したイオンのバケットをフライトチューブ入口へ送り出すこと、およびイオンバケットの出発時間とフライトチューブの他端における種々のイオンの到着時間とをマーク付けすることが必要である。

【0005】したがって、できるだけ持続時間が短く、最大数のイオンを含む、イオンバケットを生成することが有利である。これは、パルスモードイオン源によって達成される。

【0006】質量分析計に通常用いられるイオン源は、電子源と、イオン流を調整するための少なくとも1つの電極の作用を受けるイオンが形成されるガスイオン化領域に向けて送られる適切な電子流を生成するように、電子流を調整する少なくとも1つの電極とを含む電子銃を含む。電子流は、一般に質量分析計のフライトチューブの方向に垂直な方向で、ガスイオン化領域に向けて送られる。その結果、全体のサイズが大きくなり、一体化が困難になる。比較的少量のイオンが生成され、そのため装置の感度が制限される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明が対処する課題は、よりコンパクトでより感度が高く、質量分析計の他の構成部品と容易に一体化できる、質量分析計用の新しいイオン源構造を構成することである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記およびその他の目的を達成するために、質量分析計で使用するための本発明によるイオン源は、電子源と、イオン流を調整するための少なくとも1つの電極の作用を受けるイオンを形成するガスイオン化領域に向けて送られる適切な電子流を生成するように、電子流を調整する少なくとも1つの電極とを有する電子銃を含み、電子流を調整する電極の下流側の電子流中に少なくとも1つのマイクロチャネルウエハが配置され、それによって、比較的少数の電子を含むパルス1次電子ビームから、多数の電子を含むパルス2次電子ビームが生成される。

【0009】マイクロチャネルウエハは、電子流を増大し、続いて起こるガスサンプルのイオン化を強める。これによって、装置の感度および分解能が著しく高まる。

【0010】2次電子ビームの時間特性を保持し空間特性を向上させるために、2次電子ビームを拡散させる追加電極を、マイクロチャネルウエハが占める領域の下流側に有利に配置することができる。

【0011】これによってガスサンプルのイオン化がさらに増強され、したがってこのイオン源を組み込んだ装置の感度が高まる。

【0012】ガスイオン化領域は、好ましくは、2次電子ビームを通過させ、イオンを反発することによって電子を保持する上流側の反発電極と、イオンを引き寄せる下流側の加速電極との間にある。

【0013】この特徴のために、イオン源は、飛行時間型質量分析計のフライトチューブの入口に、フライトチューブの軸と一直線に並べて置くことができる。これにより、イオン源をよりよく一体化することができ、装置はよりコンパクトになる。

【0014】2次電子ビームが、時間特性を保持し高密度に留まり、それによりイオンバケットのすべてのイオンが、実質的に同時にフライトチューブに入るようにするために、イオン化領域は、マイクロチャネルウエハに近接していることが好ましい。

【0015】電子源は、通常の方法で、適切な温度に熱せられ熱放出によって電子流を生成するフィラメントでよい。1次電子ビームは、次に偏向電極によってパルス変調される。

【0016】別法として、電子源は、パルス変調1次電子ビームを生成するマイクロポイントを備えた電界放出陰極とすると有利である。

【0017】本発明は、上述のようなイオン源を一体化した飛行時間型分析計の製作において具体的に適用される。

【0018】本発明の他の目的、特徴、および利点は、添付の図面を参照して行う、本発明の特定の実施形態についての以下の説明から明らかになる。

【0019】

【発明の実施の形態】図1を参照すると、飛行時間型質量分析計は、電子銃1、その後にはイオン銃2、さらに後にフライトチューブ3を含み、フライトチューブの出口はイオン検出器4に通じている。

【0020】電子銃は電子源5を含む。図に示した電子源5は、加熱生成器6から電力を供給され、イオンの熱放出に十分な高温に熱せられる、タングステンフィラメントなどのフィラメントである。電子源5から放出された電子は、電子流を調整する少なくとも1つの電極7、たとえば加速電極71、および少なくとも1つの集束電極72の作用を受ける。

【0021】熱放出フィラメントの形の電子源5の場合、偏向電極73が、送出される電子流8のパルスモード変調を可能にする。

【0022】代替電子源5は、導電基板を含むマイクロ

ポイント型電界放出陰極であって、導電基板上に基板と正にバイアスされたグリッドとの間の絶縁層キャビティに収容された導電マイクロポイントが形成される。上述の種類のマイクロポイント型電界放出陰極は、偏向電極73を必要とせずに、電子の流出それ自体を変調できる。

【0023】本発明は、電子流を調整する電極7の下流側の電子流8中に、少なくとも1つのマイクロチャネルウエハを提供する。図1は、ウエハ間電極11によって互いに隔てられた、第1マイクロチャネルウエハ9、および第2マイクロチャネルウエハ10を示している。マイクロチャネルウエハ9および10は、比較的少数の電子を含むパルス1次電子ビーム8から、多数の電子を含むパルス2次電子ビーム12を生成し、ゲインは100から数千になる。

【0024】実際には、マイクロチャネルウエハ9および10のゲインに応じて、1次電子ビームは、1 $\mu$ Aから10 $\mu$ A程度の電流に相当することが可能であり、2次電子ビームは、数ミリアンペアの電流に相当することが可能である。

【0025】1次電子ビーム8および2次電子ビーム12は、たとえば、持続時間が1ナノ秒程度のパルスで構成することが可能である。

【0026】マイクロチャネルウエハの構造および動作原理を、図2および図3を参照しながら説明する。図2に示すように、マイクロチャネルウエハ9は、一般に、0.5mm程度の厚さEを有し、近接して並列する非常に多数のガラス毛管、たとえば管13からなる平板な部材である。ガラス毛管は、非常に小さな直径を有し、ウエハ9の全体平面に垂直な軸に沿って配向されている。毛管は、約12ミクロンの直径eを有することができ、向かい合う両端でウエハ9の主表面上に通じることができる。ウエハ9の主表面は、金属被覆されて、入力電極14および出力電極15を構成し、そこに電位差VDが印加される(図3を参照)。出力電極15の電位は、入力電極14の電位よりも高い。毛管13の内壁は、適切な抵抗を有するように処理され、独立した2次電子増倍管を形成する。1次電子ビーム8の電子が管13に入ると、管13の壁に衝突し、少なくとも1つの他の電子を分離することができ、それが入力電極14と出力電極15との間の電界により加速される。このようにして分離された電子は、それ自体が管13の反対側の壁に衝突することができ、他の電子が分離されてそれ自体が加速され、これにより動いている電子の数が次第に倍増し、多数の電子を含む2次電子ビーム12が生成される。

【0027】再び図1を参照すると、2次電子ビーム12は、イオン銃2内部のイオン化領域16まで伝播する。イオン化領域16で、電子は分析すべきガスサンプルの原子に衝突し、ガスサンプルをイオンに変換する。ガスイオン化領域16は、2次電子ビームを通過させ、

5

イオンを反発することによって電子を保持する上流側の反発電極17と、イオンを引き寄せる下流側の加速電極18との間にある。

【0028】このようにして得られたイオン流19は、フライトチューブ3の入口20に向けて送られ、次にフライトチューブ3の全長に沿って移動し、出口21を通過してフライトチューブから出て、イオン検出器4に入る。従って、図1に示すように、イオン源は、飛行時間型質量分析計のフライトチューブ3の入口と一直線に並ぶ。

【0029】イオン検出器4は、ターゲット電極24に衝突する増幅された電子流を生成する、マイクロチャネルウエハ22および23を含むことができる。ターゲット電極24によって集められた電気パルスを検出することにより、測定が行われる。

【0030】図1は、電子銃のマイクロチャネルウエハ9および10が占める領域の下流側にある、2次電子ビーム12を拡散させ、その時間特性を保持し空間特性を向上させるための、追加電極25を示している。これにより、イオン化領域16におけるイオン化が強められる。

【0031】イオン化領域16は、マイクロチャネルウエハ10に近接していることが好ましく、マイクロチャ

6

ネルウエハ10から短い距離、たとえば約1mmから2mmだけ離れている。

【0032】本発明は、明示的に記載された実施形態に制限されるものではなく、当業者に明白であろうそれらの変形形態および一般化を包含する。

【図面の簡単な説明】

【図1】飛行時間型質量分析計の図である。

【図2】電子流を増幅するためのマイクロチャネルウエハの部分切断透視図である。

10 【図3】図3は、電子流の増幅の原理を図示する、図2に示したマイクロチャネルウエハの1チャンネルの縦断面図である。

【符号の説明】

- 1 電子銃
- 3 フライトチューブ
- 4 イオン検出器
- 5 電子源
- 7、17、18、25、73 電極
- 8 1次電子ビーム
- 9、10 マイクロチャネルウエハ
- 12 2次電子ビーム
- 16 ガスイオン化領域
- 19 イオン流

【図2】

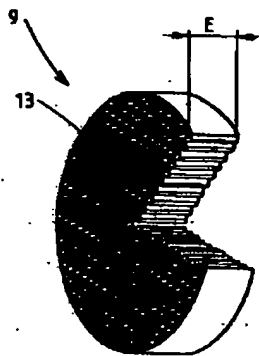


Fig. 2

【図3】

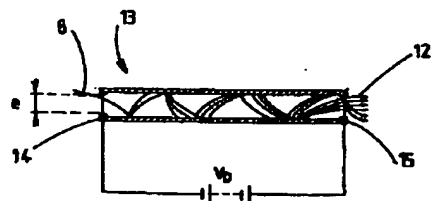
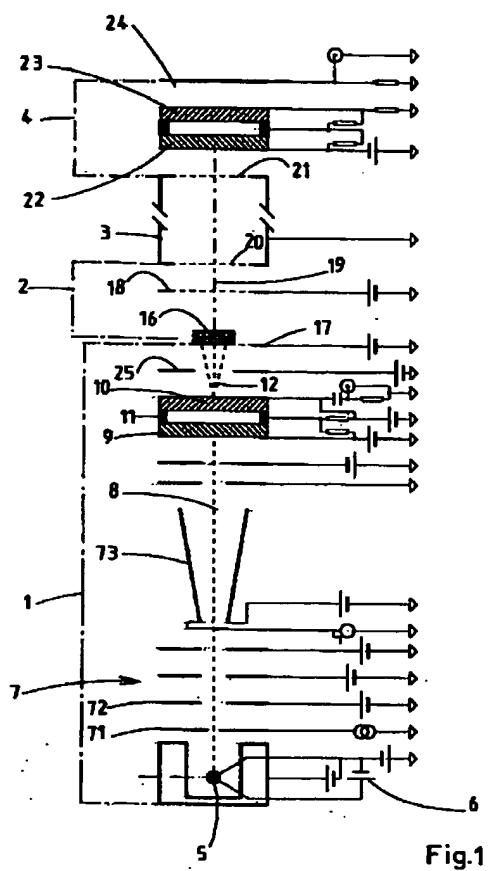


Fig. 3

【图 1】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H 01 J 49/40

識別記号

F I  
H O 1 J 49/40

### テーマト' (参考)

## 【外国語明細書】

**1. Title of Invention**

AN ION SOURCE FOR TIME-OF-FLIGHT MASS SPECTROMETERS FOR ANALYZING GAS SAMPLES

**2. Claims**

1. An ion source for mass spectrometers, the source including an electron gun (1) having an electron source (5) and at least one electrode (7) for conditioning the flow of electrons to generate an appropriate flow of electrons directed towards a gas ionization area (16) in which ions are formed which are acted on by at least one electrode (17, 18) for conditioning the flow of ions, the source being characterized in that at least one microchannel wafer (9, 10) is disposed in the flow of electrons (8) downstream of the electrodes (7) for conditioning the flow of electrons so that a pulsed secondary electron beam (12) containing many electrons is generated from a pulsed primary electron beam (8) containing relatively few electrons.
2. An ion source according to claim 1, characterized in that it includes an additional electrode (25) downstream of the area occupied by the microchannel wafer(s) (9, 10) for dispersing the secondary electron beam (12) to retain its temporal properties and improve its spatial properties.
3. An ion source according to either claim 1 or claim 2, characterized in that the gas ionization area (16) is between an upstream repulsion electrode (17) through which the secondary electron beam (12) is passed and which retains the electrons by repelling the ions and a downstream acceleration electrode (18) which attracts the ions.
4. An ion source according to any one of claims 1 to 3, characterized in that it is aligned with the entry of the flight tube (3) of a time-of-flight mass spectrometer.



5. An ion source according to any one of claims 1 to 4, characterized in that the gas ionization area (16) is in the immediate vicinity of the microchannel wafer(s) (9, 10).

6. An ion source according to any one of claims 1 to 5, characterized in that the electron source (5) is a filament heated to an appropriate temperature to generate a flow of electrons by thermal emission and the primary electron beam (8) is pulse modulated by a deflector electrode (73).

7. An ion source according to any one of claims 1 to 5, characterized in that the electron source (5) is a micropoint-type field-emission cathode producing a pulse modulated primary electron beam.

8. A time-of-flight mass spectrometer characterized in that it includes an ion source according to any one of claims 1 to 7.

### 3. Detailed Description of Invention

The present invention relates to means for ionizing gas samples for analysis in a mass spectrometer.

A mass spectrometer analyses a gas sample by bombarding it with a flow of electrons, imparting movement to the ions obtained in this way and distinguishing them according to their trajectory or velocity.

To increase the measurement sensitivity and resolution of the mass spectrometer it is beneficial for the gas sample to be strongly ionized.

In time-of-flight mass spectrometers, ions produced by the ion source are launched into the entry of a flight tube, in which they retain a constant velocity. The nature of the ions is deduced from the time of flight corresponding to each type of ion in the gas sample to be analyzed, which is detected at the outlet from the flight tube. This entails launching a packet of previously accelerated ions into the entry of the flight tube and marking the departure time of the packet of ions and the arrival times of the various ions at the other end of the flight tube.

It is therefore advantageous to generate packets of ions with the shortest possible duration and containing a maximum number of ions. This is achieved with a pulse mode ion source.

The ion sources usually employed in mass spectrometers include an electron gun including a source of electrons and at least one electrode for conditioning the flow of electrons to generate an appropriate flow of electrons directed towards a gas ionization area in which ions are formed which are acted on by at least one electrode for conditioning the flow of ions. The flow of electrons is generally directed towards the gas ionization area in a direction perpendicular to the direction of the flight tube of the mass spectrometer.

This results in a large overall size and makes integration difficult. A relatively small quantity of ions is produced, which limits the sensitivity of the apparatus.

The problem addressed by the present invention is that of designing a new ion source structure for mass spectrometers which is more compact and more sensitive and which can easily be integrated with other components of a mass spectrometer.

To achieve the above and other objects, an ion source in accordance with the invention, for use in mass spectrometers; includes an electron gun having an electron source and at least one electrode for conditioning the flow of electrons to generate an appropriate flow of electrons directed towards a gas ionization area in which ions are formed which are acted on by at least one electrode for conditioning the flow of ions; at least one microchannel wafer is disposed in the flow of electrons downstream of the electrodes for conditioning the flow of electrons so that a pulsed secondary electron beam containing many electrons is generated from a pulsed primary electron beam containing relatively few electrons.

The microchannel wafers multiply the flow of electrons to intensify subsequent ionization of the gas sample. This significantly increases the sensitivity and resolution of the apparatus.

An additional electrode for dispersing the secondary electron beam to retain its temporal properties and improve its spatial properties can advantageously be placed downstream of the area occupied by the microchannel wafer(s).

This encourages further intensification of the ionization of the gas sample and therefore increases the sensitivity of the apparatus incorporating the ion source.

The gas ionization area is preferably between an

upstream repulsion electrode through which the secondary electron beam passes and which retains the electrons by repelling the ions and a downstream acceleration electrode which attracts the ions.

Because of this feature, the ion source can be at the entry of and aligned with the axis of the flight tube of a time-of-flight mass spectrometer. This achieves better integration of the ion source and makes the apparatus more compact.

For the secondary electron beam to retain its temporal properties and remain dense, so that all the ions of a packet of ions enter the flight tube at substantially the same time, the ionization area is preferably in the immediate vicinity of the microchannel wafer(s).

The electron source can be a filament heated to an appropriate temperature to generate a flow of electrons by thermal emission, in the conventional manner. The primary electron beam is then pulse modulated by a deflector electrode.

Alternatively, the electron source is advantageously a field-emission cathode with micropoints producing a pulse modulated primary electron beam.

The invention finds one particular application in the production of time-of-flight spectrometers incorporating an ion source of the above kind.

Other objects, features and advantages of the present invention emerge from the following description of particular embodiments of the invention, which is given with reference to the accompanying drawings.

Referring to Figure 1, a time-of-flight mass spectrometer includes an electron gun 1 followed by an ion gun 2 in turn followed by a flight tube 3 whose outlet communicates with an ion detector 4.

The electron gun includes an electron source 5. The electron source 5 shown in the figure is a filament such as a tungsten filament powered by a heating generator 6 to heat it to a sufficiently high temperature for thermal emission of ions. The electrons emitted by the electron source 5 are acted on by at least one electrode 7 for conditioning the flow of electrons, for example an acceleration electrode 71 and at least one focusing electrode 72.

In the case of an electron source 5 in the form of a thermal emission filament, a deflector electrode 73 enables pulse mode modulation of the outgoing flow of electrons 8.

An alternative source of electrons 5 is a micropoint-type field-emission cathode including a conductive substrate on which are formed conductive micropoints housed in cavities of an insulative layer between the substrate and a positively biased grid. A micropoint-type field-emission cathode of the above kind can modulate the outflow of electrons itself, without requiring a deflector electrode 73.

The invention provides at least one microchannel wafer in the flow of electrons 8 downstream of the electrodes 7 for conditioning the flow of electrons. Figure 1 shows a first microchannel wafer 9 and a second microchannel wafer 10 separated from each other by an interwafer electrode 11. The microchannel wafers 9 and 10 generate a pulsed secondary electron beam 12 containing many electrons from a pulsed primary electron beam 8 containing relatively few electrons, representing

a gain from 100 to several thousand.

In practice, the primary electron beam can be equivalent to an electrical current in the order of  $1\ \mu\text{A}$  to  $10\ \mu\text{A}$  and the secondary electron beam can correspond to a current of several milliamperes, depending on the gain of the microchannel wafers 9 and 10.

The primary and secondary electron beams 8 and 12 can be made up of pulses whose duration is of the order of one nanosecond, for example.

The construction and theory of operation of the microchannel wafers are explained with reference to Figures 2 and 3. As shown in Figure 2, a microchannel wafer 9 is a generally flat member having a thickness E of the order of 0.5 mm and consisting of the side-by-side juxtaposition of a very large number of glass capillary tubes, for example the tube 13, which have a very small diameter and are oriented along axes perpendicular to the general plane of the wafer 9. The capillary tubes can have a diameter  $\phi$  of approximately 12 microns and can open at opposite ends onto the main faces of the wafer 9. The main faces of the wafer 9 are metallized to constitute an input electrode 14 and an output electrode 15 to which a potential difference VD is applied (see Figure 3). The potential at the output electrode 15 is higher than the potential at the input electrode 14. The inside wall of the capillary tube 13 is treated to have an appropriate resistance and forms an independent secondary electron multiplier. When an electron of the primary electron beam 8 enters the tube 13, it may impact on the wall of the tube 13 and detach at least one other electron, which is accelerated by the electric field between the input and output electrodes 14 and 15. The electrons detached in this way may themselves impact on the opposite wall of the tube 13, detaching other electrons which are themselves accelerated, and this progressively multiplies the number of electrons in motion, producing a secondary electron beam 12 containing

many electrons.

Referring again to Figure 1, the secondary electron beam 12 propagates as far as an ionization area 16 inside the ion gun 2. In the ionization area 16 the electrons impact on the atoms of the gas sample to be analyzed and convert them into ions. The gas ionization area 16 is between an upstream repulsion electrode 17 through which the secondary electron beam is passed and which retains the electrons by repelling the ions and a downstream acceleration electrode 18 which attracts the ions.

The flow of ions 19 obtained in this way is directed to the entry 20 of the flight tube 3 and then travels the length of the flight tube 3 to leave it via its outlet 21 and enter the ion detector 4. Thus, as shown in Figure 1, the ion source is aligned with the entry of the flight tube 3 of the time-of-flight mass spectrometer.

The ion detector 4 can include microchannel wafers 22 and 23 generating an amplified flow of electrons impacting on a target electrode 24. Measurement is performed by detecting the electrical pulses collected by the target electrode 24.

Figure 1 shows an additional electrode 25 downstream of the area occupied by the microchannel wafer(s) 9 and 10 of the electron gun for dispersing the secondary electron beam 12 so that it retains its temporal properties and to improve its spatial properties. This intensifies ionization in the ionization area 16.

The ionization area 16 is preferably in the immediate vicinity of the microchannel wafer 10, from which it is separated by a small distance, for example approximately 1 to 2 mm.

The present invention is not limited to the embodiments explicitly described, but encompasses variants and generalizations thereof that will be evident to the skilled person.

#### **4. Brief Description of Drawings**

- Figure 1 is a diagram of a time-of-flight mass spectrometer.

- Figure 2 is a partly cut away diagrammatic perspective view of a microchannel wafer for amplifying a flow of electrons.

- Figure 3 is a view in longitudinal section of one channel of the microchannel wafer shown in Figure 2, illustrating the principle of amplification of the flow of electrons.



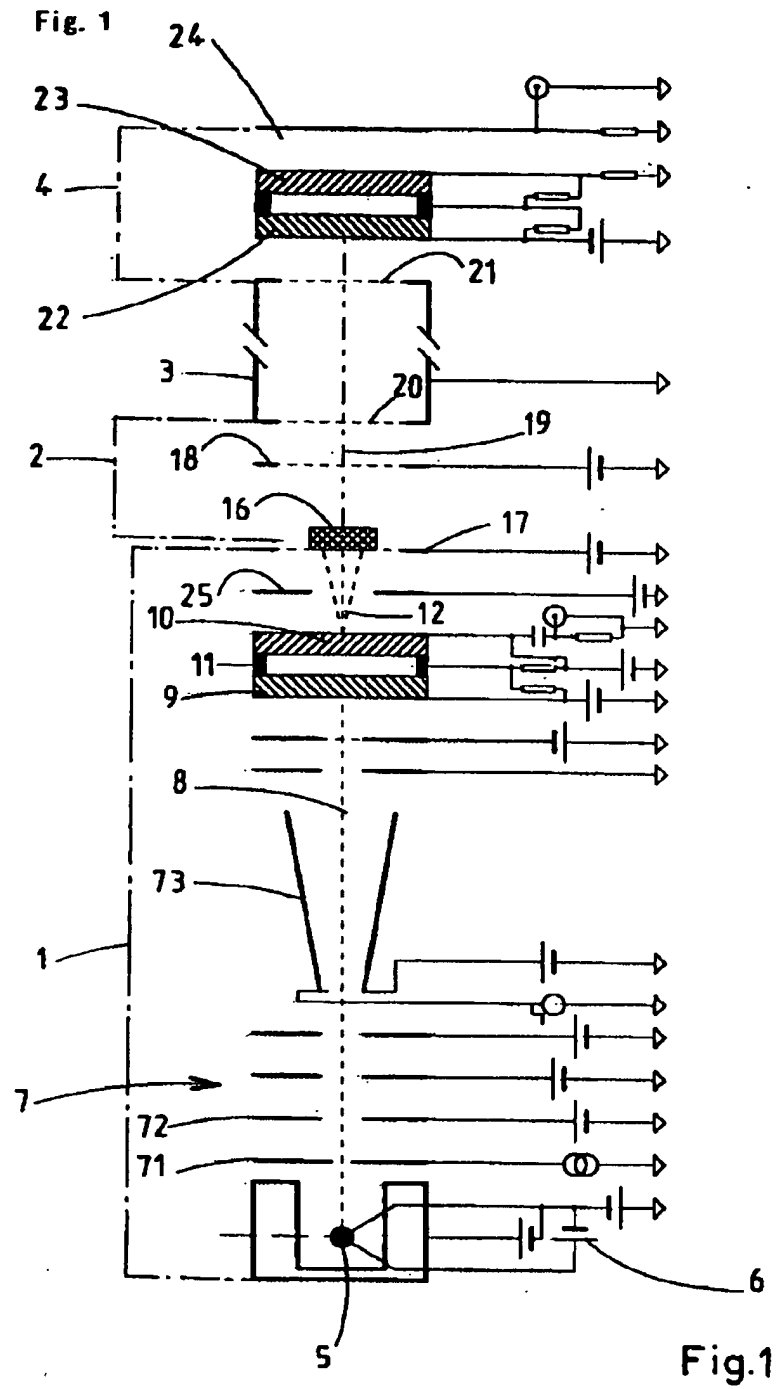


Fig. 2

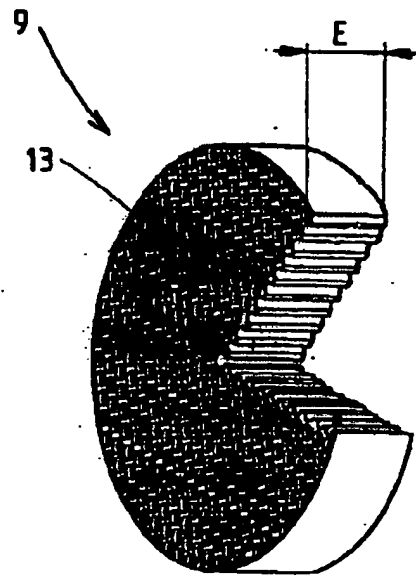


Fig. 2

Fig. 3

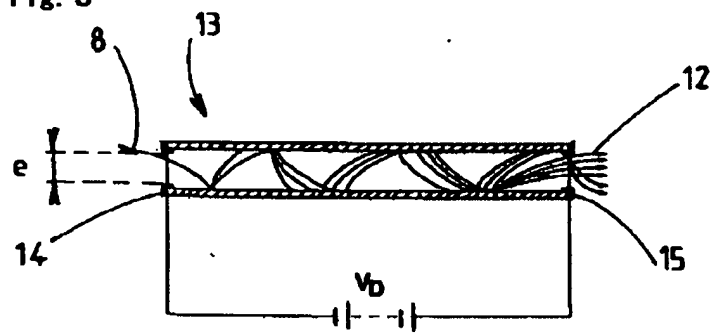


Fig. 3

## 1. Abstract

In accordance with the invention, the ion source of a time-of-flight mass spectrometer includes an electron gun (1) having an electron source (5) and at least one electrode (7) for conditioning the flow of electrons, followed by at least one microchannel wafer (9, 10) for generating a pulsed secondary electron beam (12) containing a greater number of electrons from a pulsed primary electron beam (8). The secondary electron beam (12) enters a gas ionization area (16) of an ion gun which produces a flow of ions (19) which is then passed through the flight tube (3) in order to be analyzed by an ion detector (14). This provides a high-performance ion source which is compact, sensitive and easy to integrate.

## 2. Representative Drawing

Fig. 1